

A1

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum: 29. April 1999 (29.04.99)

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

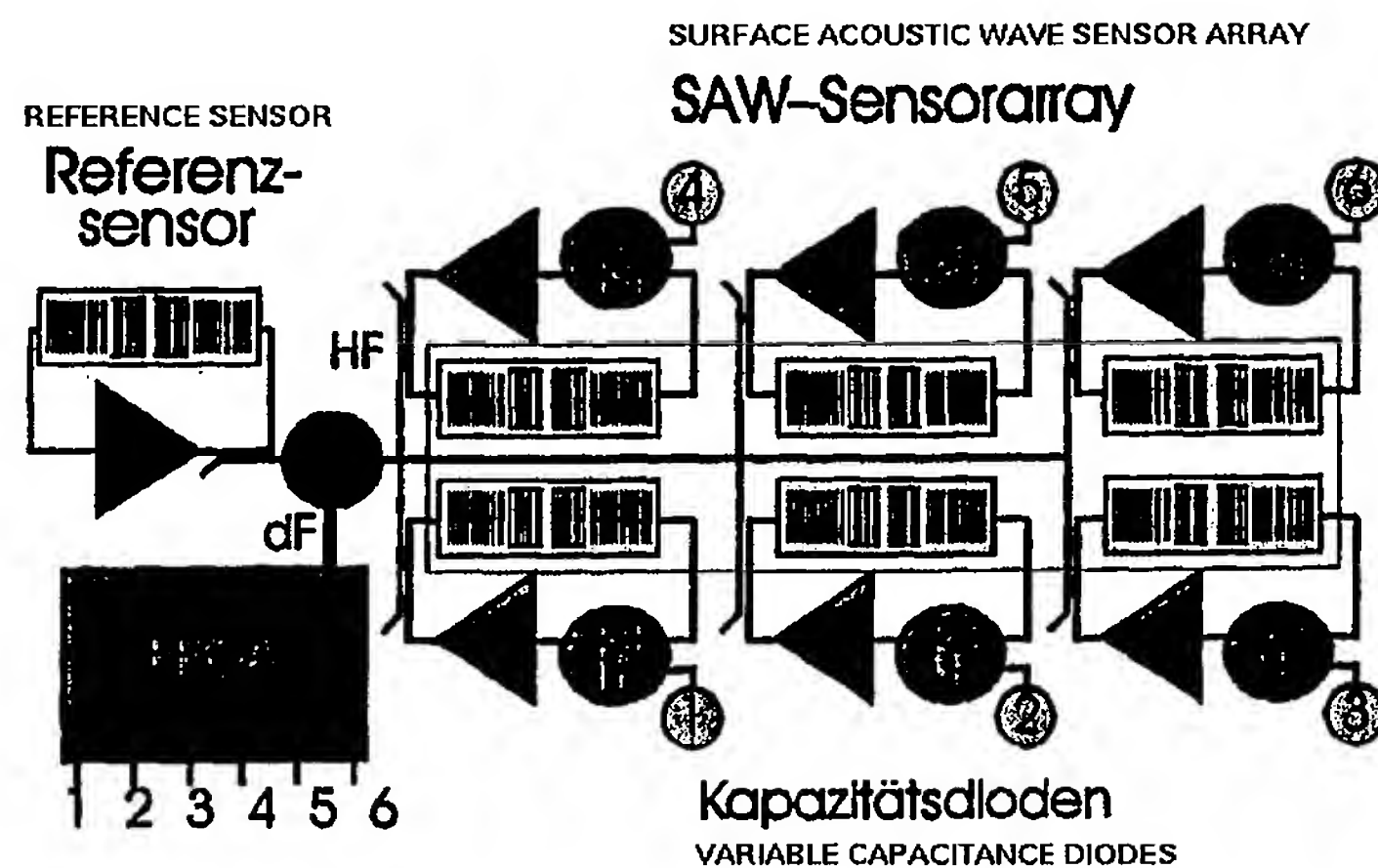
Veröffentlicht

*Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.*

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):
FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH
[DE/DE]; Weberstrasse 5, D-76133 Karlsruhe (DE).

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RAPP, Michael [DE/DE]; Konrad-Adenauer-Ring 26, D-69214 Eppelheim (DE). VOIGT, Achim [DE/DE]; Albert-Einstein-Strasse 11, D-76351 Linkenheim-Hochstetten (DE).

(54) Bezeichnung: SAW SENSOR



The invention relates to a surface acoustic wave (SAW) sensor comprised of at least two oscillating passive components having oscillator circuits as measuring oscillators located in a housing in which the medium which is to be tested is fed and removed. The aim of the invention is to provide a sensor with which a crosstalk of the oscillators is avoided without loss of sensitivity and longer delays. To this end, each oscillator circuit contains at least one variable phase shifting component, whereby the phase change area is large enough such that each oscillation can be switched on and off when the amplifier is running.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Sensor bestehend aus mindestens zwei schwingungsfähigen passiven Bauelementen mit dazugehörigen Oszillatorschaltungen als Meßoszillatoren in einem Gehäuse mit Zuführung und Abführung des zu untersuchenden Mediums. Aufgabe der Erfindung ist es, einen Sensor zur Verfügung zu stellen, bei dem ein Übersprechen der Oszillatoren vermieden wird, ohne Empfindlichkeitsverluste und längere Totzeiten. Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß die Oszillatorschaltungen mindestens jeweils ein veränderbares phasenschiebendes Bauelement enthalten, wobei der Phasenänderungsbereich so groß ist, daß bei laufendem Verstärker jeweils die Oszillation an- und abgeschaltet werden kann.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

SAW SENSOR

Die Erfindung betrifft einem Sensor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, wie er aus der DE 44 17 170 bekannt ist.

Modifizierte akustische Oberflächenwellen oder Surface Acoustic Wave (SAW) Bauelemente können für die chemische Sensorik von Gasen oder Flüssigkeiten eingesetzt werden, indem man sie mit einer entsprechend chemisch reaktiven Beschichtungen versieht. Bei der Ab- oder Adsorption des Analyten verändern sich die Masse der Beschichtung sowie deren elastische Parameter, wodurch sich die Schallgeschwindigkeit der Oberflächenwelle ebenfalls verändert. Um die Änderung der Schallgeschwindigkeit einer Oberflächenwelle möglichst exakt und trotzdem einfach zu messen ist es üblich, ein beschichtetes SAW-Bauelement als frequenzbestimmendes Element einer Oszillatorschaltung zu schalten.

Aus der Schallgeschwindigkeitsänderung ergibt sich eine in guter Näherung proportionale Änderung der Oszillationsfrequenz, welche mit einer hohen Auflösung von typischerweise 10^{-6} gemessen werden kann. Durch eine entsprechende Wahl von Sorptionsschichten lassen sich mit dieser Technik eine nahezu beliebige Vielzahl von gasförmigen Analyten untersuchen. Hauptinteresse finden hierbei solche Stoffe, die mit anderen chemischen Mikrosensoren nur schwer einer qualitativen und quantitativen Bestimmung zugänglich sind: Organische Lösungsmittel, wie beispielsweise Kohlenwasserstoffe (Hexan, Oktan, Decan, versch. Kraftstoffe), Alkohole (Methanol, Ethanol), halogenierte Kohlenwasserstoffe (CKW's, FCKW's) und Aromaten (Benzol, Toluol).

Aus der EP 0 509 328 A2 ist eine Anordnung von 3 SAW bekannt, die jedoch hintereinander angeordnet sind. Dies führt zu unterschiedlichen Strömungsverhältnissen in den einzelnen Sensoren.

Desweiteren ist aus der EP 0 477 684 A1 eine Anordnung von mehr als 2 SAW mit unterschiedlicher Beschichtung bekannt. Eine besondere Anordnung der Sensoren ist hier nicht vorgesehen.

Werden mehrere Oszillatoren bei annähernd gleicher Frequenz auf engem Raum betrieben, so werden sie sich gegenseitig durch das elektromagnetische Übersprechen stark beeinflussen. Dies kann im Extremfall zum „Einlocken“ führen. (Oszillatoren schwingen auf derselben Frequenz). Dieses Verhalten beschränkt die Möglichkeit der Miniaturisierung von HF-Oszillatoren bei ähnlicher Frequenz. Dieses Problem kann umgangen werden, wenn man die Oszillatoren ein- und ausschaltet. Beim Wiedereinschalten der Oszillatoren driften diese aufgrund thermischer Veränderungen, wodurch die Meßempfindlichkeit eines e. g. Sensors verringert wird. Um dies zu vermeiden müßte man nach jeder Wiedereinschaltung so lange warten, bis sich ein thermisches Gleichgewicht eingestellt hat. Dies führt jedoch zu einer sehr langen Totzeit.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Sensor der e. g. Art zur Verfügung zu stellen, bei dem ein Übersprechen der Oszillatoren vermieden wird, ohne Empfindlichkeitsverluste und längere Totzeiten.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen des Sensors.

Der besondere Vorteil der Erfindung besteht darin, dämpfungstolerante Oszillatoren (hohe Verstärkung des aktiven Bauteils) mit einstellbarer Phase (Phasenschieber mittels Spule und Kapazitätsdioden) mit der Möglichkeit des Ausschaltens des Oszillators zu kombinieren. Dies eröffnet die Möglichkeit innerhalb der gesamten Sensorik mittels Oszillatorprinzipien, auf eine elektromagnetische Trennung der Sensorkammern zu verzichten, da die Oszillatoren gemultiplext und gleichzeitig bei ihrem optimalen Phasenpunkt betrieben werden können.

Diese Art der Beschaltung eröffnet ein hohes Potential der Miniaturisierung von Sensor Oszillatoren Arrays (BAW(QMB), SAW, Kapazitive Oszillatorprinzipien) und durch die Wahl des optima-

len Arbeitspunktes der Oszillatoren (Phase) und damit gleichzeitig eine Erhöhung der Empfindlichkeit.

Vor den Verstärker Ein- oder Ausgang eines Oszillators wird ein mittels Kapazitätsdioden elektrisch einstellbarer Phasenschieber geschaltet. Durch Anlegen einer definierten Spannung erreicht man nun, daß der Oszillator bei einer definierten Phasenbedingung schwingt. D.h. man kann sich auf den für die jeweilige Aufgabe optimalen Phasenpunkt des passiven Rückkopplungsbauteils setzen oder durch eine starke Verstimmung des Phasenschiebers mit der angelegten Spannung, ganz aus dem Übertragungsbereich des passiven Bauelementes gehen. Die Phasenbedingung zur Oszillation ist dann nicht mehr erfüllt und sie bricht ab. Dasselbe „schaltende“ Verhalten könnte man mit PIN-Dioden erreichen.

Ein ähnliches Prinzip wird bei quarzstabilisierten VCO's (Voltage Controlled Oszillatoren) angewendet. Dabei wird allerdings nur die Phase geschoben, aber nicht der Oszillator geschaltet.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe der Figuren näher erläutert.

Dabei zeigt die Fig. 1 das Prinzip eines Sensors und die Fig. 2 das Beispiel eines Oszillatorverstärkers. Die Fig. 3 zeigt das Transmissionsverhalten eines Oberflächenwellen- Bauelements (SAW).

Fig. 1 zeigt das Prinzip eines miniaturisierten Sensorkopfes mittels getrennt ansteuerbaren Oszillatoren.

Eine mikroelektronische Schaltung, hier ein FPGA (free programmable gate array), liefert an den Ausgängen 1..6 jeweils die Signale für die Ansteuerung der Kapazitätsdioden der 6 Meßoszillatoren, die jeweils aus SAW und Oszillatorschaltung bestehen. Ferner beinhaltet er einen mit dem jeweiligen Kanal zeit-

lich synchronisierten schnellen Zähler. Das einzelnen HF-Signal des jeweils aktiven Oszillators wird mit einem permanent schwingenden Referenzoszillator abwärts gemischt und das niederfrequente Differenzsignal (dF) dem FPGA-Zähler zugeführt.

So kann nacheinander durch Ein- und Ausschalten der einzelnen Oszillatoren die jeweilige Schwingungsfrequenz der SAWs gemessen werden. Das zu untersuchende Medium wird durch hier nicht dargestellte Kanäle seriell oder parallel den einzelnen SAW's zugeleitet.

Fig. 2 zeigt den Schaltplan des in Entwicklung befindlichen Prototypen eines SAW- Arrays.

Es ist deutlich das π -Phasenschiebernetzwerk am Eingang der jeweiligen Oszillatorverstärker zu erkennen. Mittels der Potentiometer wird die optimale Phase der Oszillationskreise eingestellt und durch Ein und Ausschalten der konstanten Steuerspannungen (Ust x) die jeweiligen Oszillatoren geschaltet.

Im Schaltbild von Fig. 2 erfolgt die Ausführung des Phasenschiebers in unserem Oszillator als Tiefpaß LC-, PI-Filter, bei dem die Eckfrequenz mittels Kapazitätsdioden verstimmt wird.

Der Phasenschieber kann auch mittels Pin Dioden, RC, RL, LC Glieder realisiert werden.

Die Beschaltung erfolgt als Hoch-, Tief-, Allpass- oder Resonanzkreis.

C1, C9 mit R1 und P1 wirken als Tiefpaß und dienen zur Entkopplung der Hochfrequenz des

Oszillators auf den Spannungseingang Ust1. An Ust1 liegt der Schaltimpuls zur Ein- und -Ausschaltung des Oszillators.

Mittels Trimmer P1 kann die Ansteuerspannung des Phasenschiebers, bestehend aus dem LC π -Tiefpaß D1, D9, L1, C41, C25 eingestellt, und somit die Phasenlage des Oszillators auf optimale Sensivität des SAW Sensors justiert werden.

C17, C33 und C49 dienen zur Gleichspannungsentkopplung der Gleichspannungen von der Hochfrequenzspannung.

Über R9 bekommt der Hochfrequenzverstärker IC1 seinen Betriebsstrom. Gleichzeitig wird über R9 die Oszillatorfrequenz hochohmig ausgekoppelt.

Statt des SAWs (433 Mhz, 180°Phase) kann ein beliebiges anderes frequenzbestimmendes passives Bauteil (z. B. Schwingquarz, 0° Phasenlage) oder LC-Glied verwendet werden. In diesem Fall muß ein anderer Verstärker für IC1 gewählt werden. Der Verstärker muß in seiner Phasenlage dem passiven Bauteil im Rückkopplungszweig angepaßt werden, um die Phasenbedingung zur Oszillation im Einstellbereich des Phasenschiebers zu gewährleisten.

In unserem Sensorkopf werden 8 Sensoren nacheinander gemultiplext und die einzelnen

Hochfrequenzen mit dem kontinuierlich schwingendem Referenzsensor abwärts gemischt.

Die relativ niederfrequenten Mischfrequenzen können dann über einen schnellen Digitalzähler, z. B. einen reziproken Zähler, weiterverarbeitet werden.

Durch diese Anordnung von geschalteten Oszillatoren lassen sich die Sensoren räumlich dicht anordnen, wodurch eine bedeutende Miniarurisierung erreicht wird. Dies erlaubt auch das Messvolumen erheblich zu miniaturisieren, was für viele Anwendungen in der chemischen Analytik von Vorteil ist.

Bei einer seriellen Beprobung der Sensoren kann bei gleicher Gasdurchflußbedingungen das Meßvolumen noch zusätzlich reduziert werden, da dann ein und derselbe Gasstrom alle Sensoren im Sensorkopf erreicht. Ein geringer Nachteil ist dabei der von Strömungsgeschwindigkeit und Leitungslänge abhängige zeitliche Versatz der Sensorsignale. (In unserem Sensorkopf ca. 1s zwischen Sensor 1 und Sensor 8). Läßt man die Richtung des gemultiplexten Ansteuerung des Sensorkopfes mit der Strömungsrichtung des Gases laufen, lassen sich die unterschiedlichen Zeitoffsets bei einer entsprechenden Wahl der Strömungsgeschwindigkeit ausgleichen und man erhält von allen Sensoren simultan ansprechende. Dies ist wichtig, damit die Auswertesoftware die Anstiegsdynamik der Sensorsignale online im Sekundentakt verarbeiten kann.

Fig. 3 zeigt das typische Transmissionsverhalten der von uns verwendeten SAW Bauelemente. Oben ist der Amplitudengang und unten der Phasengang mit der Frequenz dargestellt.

Damit nun ein Oszillator sicher anschwingt müssen 2 Bedingungen erfüllt sein.

- 1) *Amplitudenbedingung*: Sie besagt daß ein Oszillator nur dann schwingen kann, wenn der Verstärker die Abschwächung des passiven Bauteils im Rückkopplungszweig aufhebt.

$$V_{\text{Verstärker}} * V_{\text{passives BE}} \geq 1$$

- 2) *Phasenbedingung*: Sie besagt, daß eine Schwingung nur dann zustande kommen kann wenn die Gesamtphase im Oszillatorkreis $n \cdot 2\pi$ beträgt.

$$\phi_{\text{Verstärker}} + \phi_{\text{passives BE}} = n \cdot 2\pi \quad n \in (0, 1, 2, \dots)$$

Unser verwendete Verstärker besitzt eine Verstärkung von ca. 21 dB. Dies bedeutet daß man mit passiven Bauelementen mit einer

Dämpfung von bis zu -21 dB den Oszillator sicher zum Schwingen bekommt.

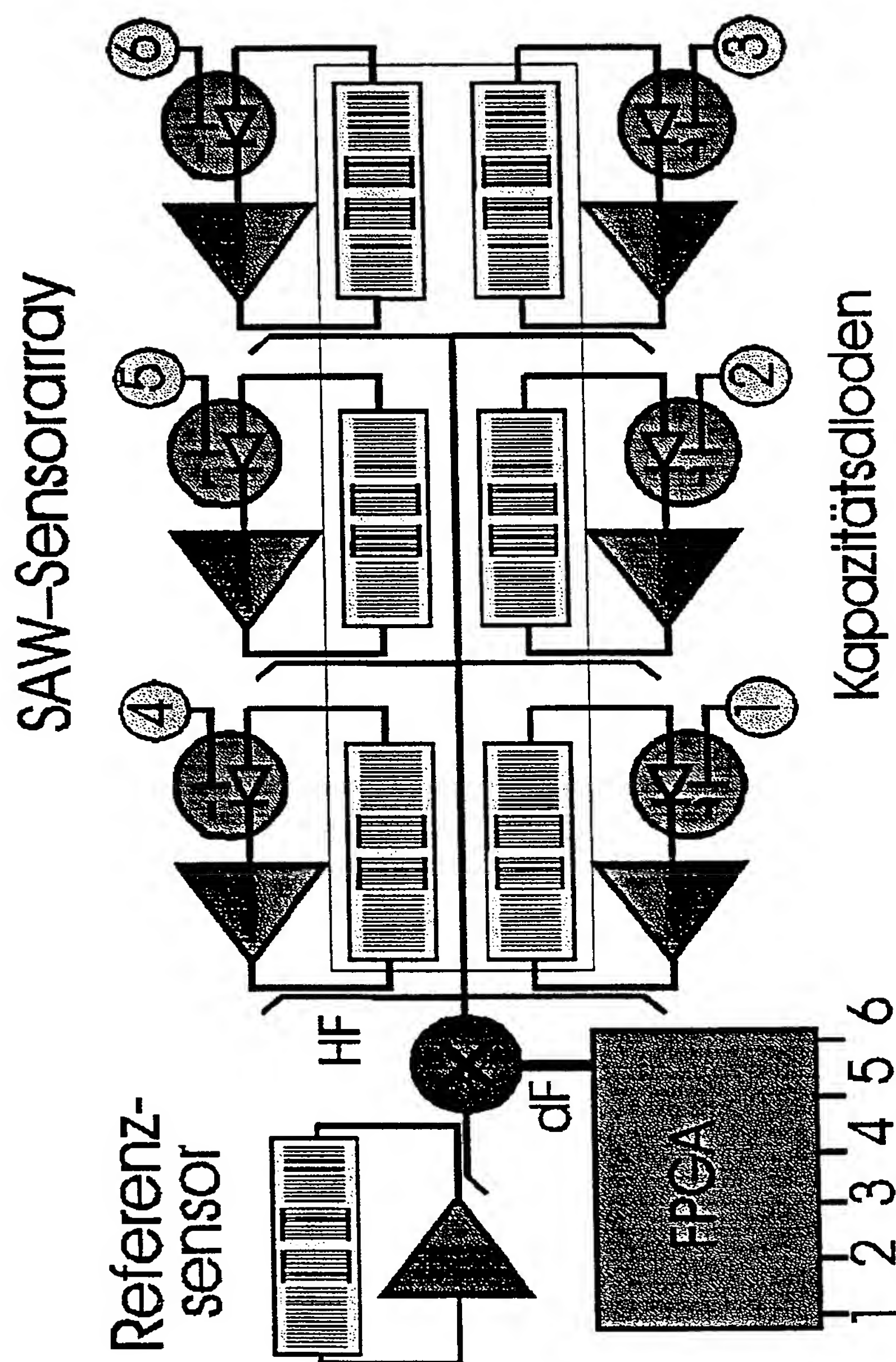
Durch die Verwendung eines elektrisch ansteuerbaren Phasenschiebers im Oszillatorkreis kann man den Phasenpunkt der Oszillation und damit die Oszillationsfrequenz innerhalb der Transmissionskurve des passiven Bauelementes wählen. Zusätzlich kann man den Oszillatorkreis so verstimmen, daß die Amplituden oder Phasenbedingungen nicht mehr erfüllt werden und die Oszillation aussetzt.

Würde man das aktive Bauteil in unserem Oszillator Ein und Ausschalten so ergäbe sich durch die Leistungsaufnahme und Wärmekapazität des SMD Bauteils eine starke Drift von ca. 1..10kHz/s beim Einschalten des Oszillators. Diese Drift würde unser Grundrauschen von ca. 30 Hz um den Faktor 30 bis über 300-fach verschlechtern. Um diese Faktoren würden sich auch die Nachweisempfindlichkeiten der Sensoren ändern.

Läßt man dagegen das aktive Bauelement eingeschaltet und verschiebt mittels Phasenschieber die Phase im Oszillationskreis so daß die Oszillation abbricht oder wieder einsetzt so erreichen wir eine entsprechend schnelle Einschwingzeit, daß diese bei einer Messzeit von 1s im Grundrauschen (30 Hz) verschwindet. Die gemessene Ein und Ausschwingzeit für den so geschalteten Oszillator liegt bei etwa 200 μ s.

Patentansprüche:

1. Sensor bestehend aus mindestens zwei schwingungsfähigen passiven Bauelementen mit dazugehörigen Oszillatorschaltungen als Meßoszillatoren in einem Gehäuse mit Zuführung und Abführung des zu untersuchenden Mediums, dadurch gekennzeichnet, daß die Oszillatorschaltungen mindestens jeweils ein veränderbares phasenschiebendes Bauelement enthalten, wobei der Phasenänderungsbereich so groß ist, daß bei laufendem Verstärker jeweils die Oszillation an- und abgeschaltet werden können.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsfähigen passiven Bauelemente Oberflächenwellen-Bauelementen (SAW) sind.
3. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsfähigen passiven Bauelemente Schwingquarze sind.
4. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsfähigen passiven Bauelemente LC-Glieder sind.
5. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das veränderbare phasenschiebende Bauelement ein LC-Tiefpaß π -Glieder mit Kapazitätsdioden ist.
6. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5 gekennzeichnet durch eine Schaltung zur selektiven Ansteuerung der Kapazitätsdioden.
7. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6 gekennzeichnet durch einen Referenzoszillator zur Abwärtsmischung der Signale.



115

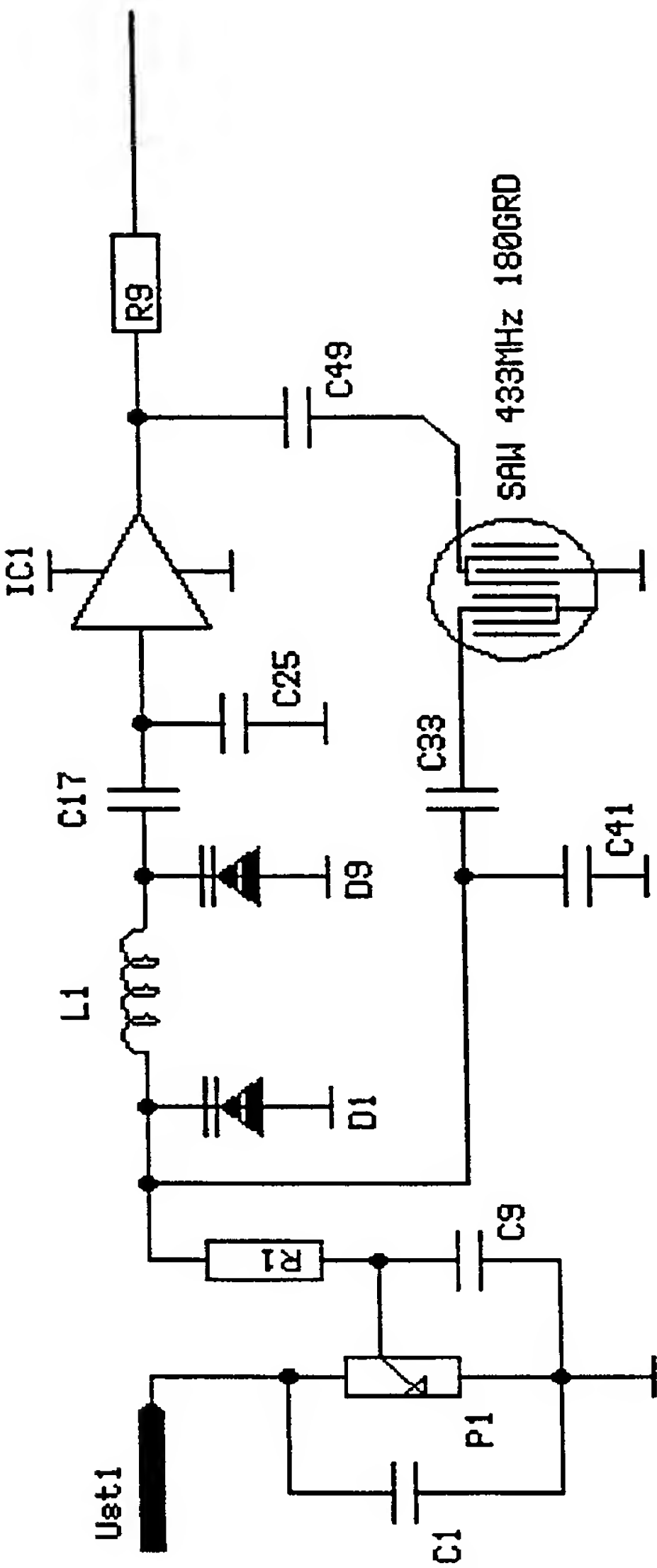


Fig. 2

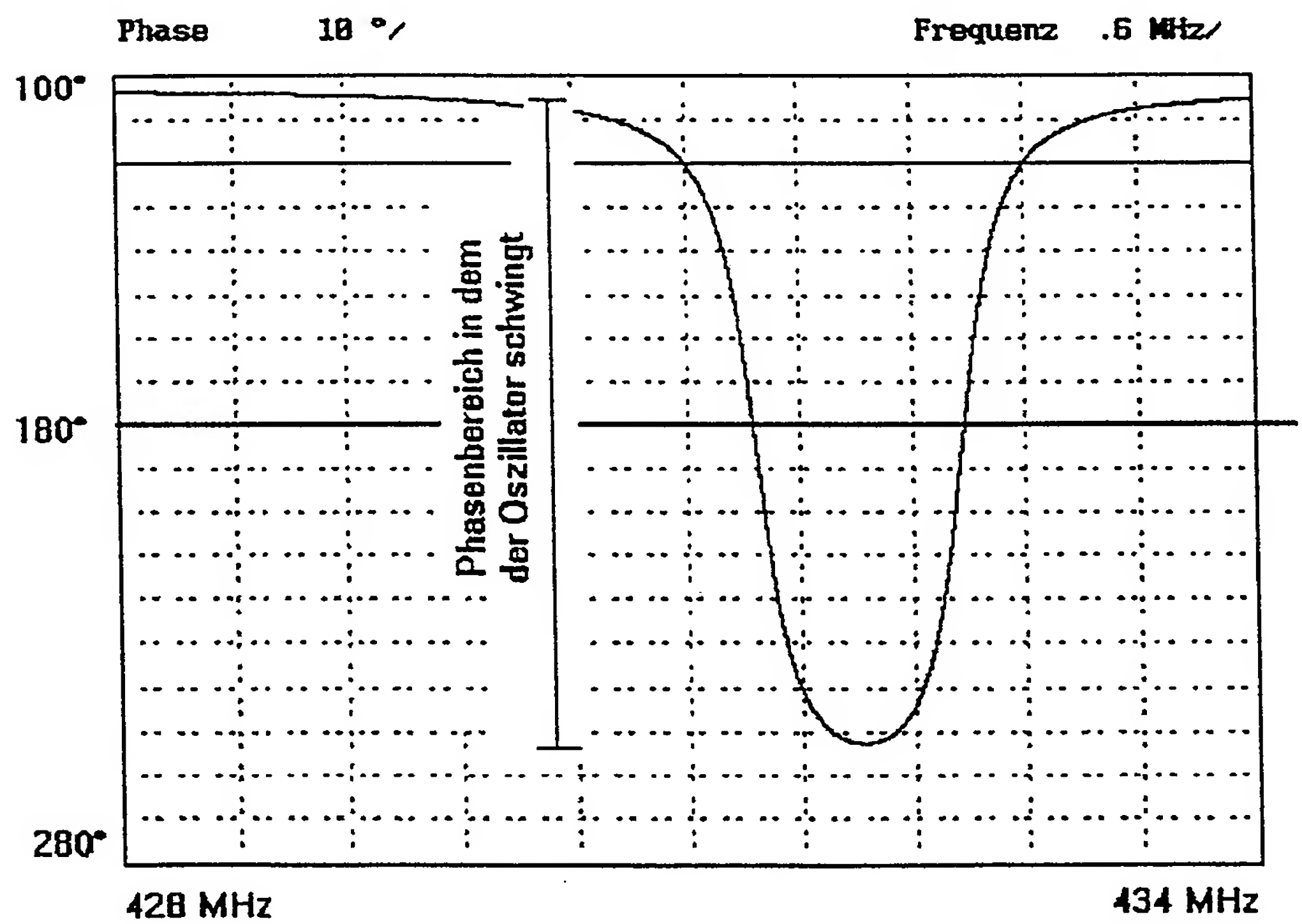
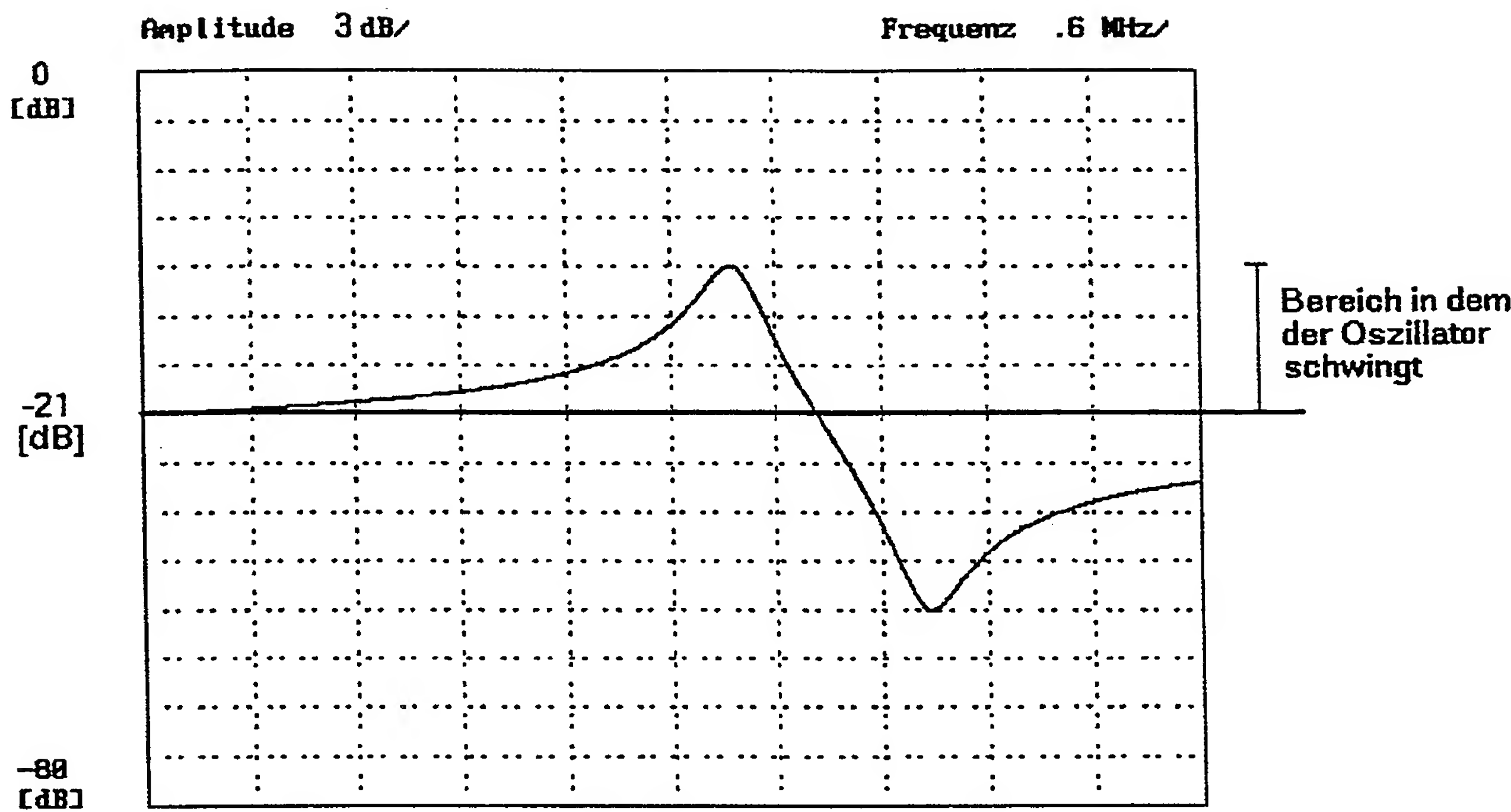


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 98/06011

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G01N29/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 076 094 A (FRYE GREGORY C ET AL) 31 December 1991 see column 6, line 35 - column 6, line 50; claims 7,25,26,45,46 ---	1-3
Y	EP 0 750 192 A (SUN ELECTRIC UK LTD) 27 December 1996 see the whole document ---	1-3,7
Y	EP 0 618 446 A (HEWLETT PACKARD CO) 5 October 1994 see the whole document ---	1-3,7
A	WO 93 07463 A (UNIV CALIFORNIA) 15 April 1993 see page 25, line 12 - page 25, line 26; figure 8 --- -/--	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 February 1999

Date of mailing of the international search report

22/02/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kouzelis, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 98/06011

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 117 146 A (MARTIN STEPHEN J ET AL) 26 May 1992 see figure 7C ---	1-3,7
A	EP 0 542 469 A (HEWLETT PACKARD CO) 19 May 1993 see column 4, line 30 - column 4, line 44; figure 3 -----	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/06011

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5076094 A	31-12-1991	NONE	
EP 0750192 A	27-12-1996	GB 2302591 A, B US 5731510 A	22-01-1997 24-03-1998
EP 0618446 A	05-10-1994	JP 6307887 A US 5387833 A	04-11-1994 07-02-1995
WO 9307463 A	15-04-1993	US 5212988 A AU 2663992 A	25-05-1993 03-05-1993
US 5117146 A	26-05-1992	NONE	
EP 0542469 A	19-05-1993	US 5283037 A JP 5240762 A US 5306644 A	01-02-1994 17-09-1993 26-04-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/06011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 G01N29/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 076 094 A (FRYE GREGORY C ET AL) 31. Dezember 1991 siehe Spalte 6, Zeile 35 - Spalte 6, Zeile 50; Ansprüche 7,25,26,45,46 ---	1-3
Y	EP 0 750 192 A (SUN ELECTRIC UK LTD) 27. Dezember 1996 siehe das ganze Dokument ---	1-3,7
Y	EP 0 618 446 A (HEWLETT PACKARD CO) 5. Oktober 1994 siehe das ganze Dokument ---	1-3,7
A	WO 93 07463 A (UNIV CALIFORNIA) 15. April 1993 siehe Seite 25, Zeile 12 - Seite 25, Zeile 26; Abbildung 8 --- -/--	1-7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Februar 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/02/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kouzelis, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 117 146 A (MARTIN STEPHEN J ET AL) 26. Mai 1992 siehe Abbildung 7C -----	1-3,7
A	EP 0 542 469 A (HEWLETT PACKARD CO) 19. Mai 1993 siehe Spalte 4, Zeile 30 - Spalte 4, Zeile 44; Abbildung 3 -----	1-3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/06011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5076094 A	31-12-1991	KEINE	
EP 0750192 A	27-12-1996	GB 2302591 A, B US 5731510 A	22-01-1997 24-03-1998
EP 0618446 A	05-10-1994	JP 6307887 A US 5387833 A	04-11-1994 07-02-1995
WO 9307463 A	15-04-1993	US 5212988 A AU 2663992 A	25-05-1993 03-05-1993
US 5117146 A	26-05-1992	KEINE	
EP 0542469 A	19-05-1993	US 5283037 A JP 5240762 A US 5306644 A	01-02-1994 17-09-1993 26-04-1994